

(16) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

Offenlegungsschrift  
DE 3809957 A1

(21) Aktenzeichen: P 38 09 957.8  
(22) Anmeldetag: 24. 3. 88  
(23) Offenlegungstag: 5. 10. 89

(57) Int. Cl. 4:  
G 01 L 1/24  
G 01 B 11/16  
G 02 B 6/00  
G 02 B 26/00  
G 02 F 1/01  
F 16 P 3/12  
// B60J 1/12

Schürdensenpatent

DE 3809957 A1

(71) Anmelder:

Felten & Guillaume Energietechnik AG, 5000 Köln,  
DE

(72) Erfinder:

Levacher, Friedrich Karl, Dr., 5024 Brauweiler, DE;  
Federmann, Helmut, Dr.; Noack, Georg, Dr.-Ing.,  
5060 Bergisch Gladbach, DE; Kraus, Anton,  
Dipl.-Ing., 5063 Overath, DE

(53) Lichtwellenleiter-Sensor für Druckkräfte und seine Verwendung

Es besteht die Aufgabe, einen LWL-Sensor für Druckkräfte anzugeben, der eine Signalgabe oder das Auslösen von Schutzmaßnahmen bereits bei Kräften von ca. 1 N bewirkt, und der einfach aufgebaut ist. Ferner sind Überwachungs- und Sicherheitseinrichtungen mit diesem LWL-Sensor anzugeben.

Die Lösung besteht darin, daß die Umhüllung (2) des LWL (1) aus einem Einbettungsstoff (3), vorzugsweise einem Lack, besteht, in den ein fein gekörntes, härteres Pulver (4), vorzugsweise Glas- oder Korundpulver, eingebettet ist, daß der so umhüllte Sensor von einem elastomeren oder thermoplastischen Schutzmantel (5) umgeben ist, und daß er mit Anschlußsteckern (6, 7) konfektioniert ist. In den Steckergehäusen können der Lichtsender und der Lichtempfänger eingebaut sein.

Dieser LWL-Drucksensor wird vorwiegend als Kontaktsensor in der Sicherheitstechnik als Einklemm-, Berührungs- oder Überfahrtschutz eingesetzt.

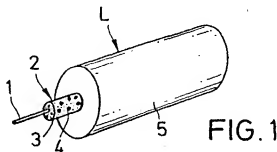


FIG. 1

DE 3809957 A1

Die Erfindung betrifft einen Lichtwellenleiter-(LWL-)Sensor für Druckkräfte, bei dem der LWL (die optische Faser) von einer flexiblen Umhüllung umgeben ist, die eine inhomogene Struktur hat. Sie betrifft ferner die Verwendung des LWL-Drucksensors als Kontaktsensor in der Sicherheitstechnik.

Ein LWL-Drucksensor der vorerwähnten Art ist bereits in der EP-OS 00 82 820 angegeben. Die Vorrichtung besteht hier aus einem LWL mit einer Lichtquelle am einen und einer Photozelle am anderen Ende. Um die optische Faser ist eine Drahtwendel, vorzugsweise eine Metalldrahtwendel, mit einer festen Schlaglänge aufgebracht, und beide sind von einer flexiblen Schutzmantel umhüllt. Wird nun ein Druck auf diesen LWL-Sensor ausgeübt, führt er zu periodischen Verformungen der optischen Faser und zu einer entsprechenden Schwächung (Dämpfung) des durch sie geleiteten Lichts, die von der Photozelle gemessen wird.

Des weiteren ist in der DE-PS 33 05 234 ein LWL-Sensor angegeben, dessen Mantel als zugestrichter Draht aus einer faserverstärkten Harzstruktur ausgebildet ist. Zwischen diesem und dem LWL befindet sich eine inhomogen aufgebaute Zwischenschicht, die aus Kunststoff oder Kunstharz besteht, die ein definiert fein gekörntes Pulver von Glas, Quarz, Korund oder Schmirgel enthalten. Anstatt eines solchen Pulvers, kann — ähnlich wie im vorerwähnten Fall — eine um den LWL aufgetragene Wendel aus harzdurchtränktem Glasfasern die Inhomogenität der Zwischenschicht ausmachen. An seinen beiden Enden besitzt der LWL-Sensor Anschlüsse für ein Licht-Durchgangsprüfgerät (Dämpfungsmeßgerät). — Dieser LWL-Sensor ist jedoch für Zugkräfte konzipiert, und er wird heute nur mit einer mittels einer Drahtwendel (vorzugsweise einer Stahldrahtwendel) inhomogen strukturierten Zwischenschicht als Zugsensor verwendet. Als Drucksensor ist er nicht ohne weiteres geeignet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen LWL-Sensor für Druckkräfte anzugeben, der eine Signalgabe oder das Auslösen von Schutzmaßnahmen bereits bei Kräften von ca. 1 N bewirkt, und der einfacher aufgebaut ist, als der eingangs erwähnte LWL-Drucksensor. Ferner sind Überwachungs- und Sicherungseinrichtungen anzugeben, bei denen ein solcher LWL-Drucksensor eingesetzt wird.

Die Lösung dieser Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1, ferner des Anspruchs 7 angegeben. Die Lösung besteht im wesentlichen darin, daß die Umhüllung des LWL aus einem Einbettungsstoff, vorzugsweise einem Lack besteht, in den ein fein gekörntes, härteres Pulver, vorzugsweise Glas- oder Korundpulver, eingebettet ist, daß der so umhüllte Sensor von einem elastomeren oder thermoplastischen Schutzmantel umgeben ist, und daß er mit Anschlußsteckern konfektioniert ist. In den Steckergehäusen können der Lichtsender und der Lichtempfänger eingebaut sein.

Einzelheiten des erfindungsgemäßen Sensors sind in den Unteransprüchen angegeben. So betreffen Ansprüche 2 Umhüllung und Pulver, 3 und 4 den Sensoraufbau sowie 5 und 6 die Anschlußstecker mit Sender und Empfänger. Ferner betreffen die Ansprüche 7 bis 9 die Verwendung des LWL-Drucksensors als Kontaktsensor in der Sicherheitstechnik.

Als Vorteil dieses Sensors ist hervorzuheben, daß er einfach aufgebaut und einzusetzen ist, und daß er über-

all dort eingesetzt werden kann, wo auftretende Drücke oder Druckänderungen eine Signalgabe oder das Auslösen von Schutzmaßnahmen bewirken sollen. In Verbindung mit angepaßten Elektronikern genügen zur Auslösung Kräfte von einigen N (100 p). Als Beeinflussungslänge für den Sensor sind dabei wenige cm ausreichend.

Die inhomogene Umhüllung des LWL kann direkt auf der optischen Faser, oder aber auf der üblichen Primärbeschichtung (eine einige µm dicke Lackschicht) aufgebracht sein. Das in den Umhüllungsstufen eingebettete Pulver ist vorzugsweise aus der Stoffgruppe: Glas, Quarz, Korund und Schmirgel. Es kann aber auch aus der Gruppe der in der Oberflächen-Beschichtungstechnik verwendeten Oxide, Carbide, Nitride und Metalle genommen werden. — Im Regelfall hat die Umhüllung eine Dicke von 30 bis 150 µm, in den Umhüllungsstufen sind 10 bis 40 µm dicke Pulver-Kügelchen, vorzugsweise Glas-Hohlkügelchen, eingebettet, und darüber ist der Schutzmantel mit einem Außendurchmesser von 1 bis 5 mm extrudiert.

Erfährt dieser Sensor einen Druck und damit eine Deformation in radialer Richtung, dann drücken sich die Glaskügelchen in den LWL. Dadurch erzeugen sie Mikrokümmungen im LWL, die zu einer Schwächung (Dämpfungsanstieg) des vom LWL geleiteten Lichtes führen. Auf Dehnungen in seiner Achsrichtung (Zugkräfte) reagiert dieser Sensor nicht, weil in diesem Fall die Durchmesser des LWL und seiner mit Glaskügelchen gefüllten Hülle praktisch gleich stark abnehmen.

Für seinen Einsatz als Kontaktsensor kann der LWL-Drucksensor mit miniaturisierten elektrischen Anschlußsteckern konfektioniert sein, wobei im Eingangssteckergehäuse der Lichtsender und im Ausgangsgehäuse der Lichtempfänger untergebracht ist.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Sensors und seines Einsatzes in einer Sicherungseinrichtung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigt

— Fig. 1 den LWL-Drucksensor mit einer mit Glaskügelchen gefüllten Umhüllung des LWL,

— Fig. 2a und 2b seinen Einsatz zur Fenstersicherung in einer Autotür samt seinen beiden Anschlußsteckern mit Lichtsender und Empfänger, und

— Fig. 3 das Blockschaftbild Sender-Sensor-Empfänger.

Aus Fig. 1 ist der Aufbau eines LWL-Drucksensors ersichtlich, wozu nachfolgend die einzelnen Ausstufen (mit Bezugszeichen) und deren Außendurchmesser angegeben werden: LWL-Gradienten- oder Step-Index-Faser (1) 125 µm, Primärbeschichtung 130 µm, inhomogene Umhüllung (2) aus einer Gummischicht (3) mit darin eingebetteten, 30 µm dicken Glas-Hohlkügelchen (4) 200 µm Schutzmantel (5) aus einer Gummischicht 1 bis 2 mm.

Aus Fig. 2a ist der Einsatz eines solchen Sensors bei Autotüren mit elektrischen Fensterhebern zum Schutz gegen ein Einklemmen der Finger ersichtlich. Hier ist der LWL-Drucksensor L im Dichtgummi 9 für das Fenster im Bereich der Dichtlippen 10, die auf dem Türrahmen 8 aufliegen, jedoch nicht von der Fensterscheibe 11 berührt werden, eingebettet. Und die beiden Sensorsteckergehäuse 6 und 7 mit dem Lichtsender S und dem Empfänger E sind im Türrahmen am linken und rechten Ende des Überwachungsabschnitts eingebaut. Es können jedoch auch Sensorstecker, Sender und Empfänger an bzw. in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sein.

Fig. 2b zeigt im vergrößerten Maßstab einen Quer-

schnitt durch den oberen Rand der Autotür mit dem Türrahmen 8, Fenster-Dichtgummi 9 und dem in deren äußere Dichtlippe eingebetteten LWL-Drucksensor 1. Diese Einrichtung arbeitet als Kontaktgeber: Sobald der zwischen der hochfahrende Scheibe 11 und die sensorbestückte Dichtlippe 10 gesteckte Gegenstand (Finger) leichten Druck auf die Lippe ausübt, führt dies unmittelbar zur Sensorkontaktgabe mit Veranlassung der Antriebsabschaltung oder -umsteuerung.

Hier ist der LWL-Sensor mit einem Gummi-Schutzmantel von ca. 2 mm  $\mu$  versehen. Die Konfektionierung des Sensors erfolgt in miniaturisierter Ausführung mit elektrischen Steckern abgestimmt auf die Kfz-Elektronik, und in Längen abgestimmt auf die Fensterdichtleiste. Der Sensor wird in eine vorbereitete Nut in Dichtprofil integriert. Die Unterbringung der kleinen Anschlüsselemente, in die Lichtsender, Lichtempfänger und Steckverbindungen integriert sind, erfolgt durch Stecktechnik im Einzelfürbereich. Die optische Meßgröße ist eine Dämpfungsänderung im LWL.

Fig. 3 zeigt das Blockschaltbild Sender-Sensor-Empfänger. Als Lichtsender *S* ist eine Infrarotdiode eingesetzt, und beim Lichtempfänger *E* sind folgende Einheiten hintereinandergeschaltet: O/E-Wandler (Fotodiode) und Verstärker/Bandpaßfilter/Verstärker/Komparator/Speicher/Alarm-Relais oder ähnlicher Ausgang. Der Empfänger ist so ausgebildet, daß er nur Dämpfungsänderungen erkennt, die einen bestimmten Schwellwert überschreiten und die über eine bestimmte Zeitspanne andauern, letzteres um den Einfluß von Störgrößen, wie Temperatur oder Schwingungen, auszuscheiden. Der Aufbau ist so konzipiert, daß das Überwachungssystem als preisgünstige Serieneinrichtung gefertigt werden kann.

Dieser LWL-Drucksensor, der Querkräfte mit einer Empfindlichkeit ab ca. 1 N registriert, wird hauptsächlich als Kontaktsensor in der Sicherheitstechnik angewendet. Dort wird er als Einklemm-, Berührungs- oder Überfahrtschutz eingesetzt, wozu er frei verlegt oder mit dem entsprechenden Bauteil — wie Autotürrahmen, Berührungsschutzleiste, Trittmatte oder Kontaktschiene — mechanisch fest verbunden wird. Der Alarmausgang kann zur Maschinen- oder Geräteabschaltung oder zu Steuerungsfunktionen benutzt werden.

#### Patentansprüche

1. Lichtwellenleiter-(LWL)-Sensor für Druckkräfte, bei dem der LWL (die optische Faser) (1) von einer flexiblen Umhüllung umgeben ist, die eine inhomogene Struktur hat, dadurch gekennzeichnet,

- daß die Umhüllung (2) aus einem flexiblen, als Einbettungsmatrix (3) geeigneten Stoff, vorzugsweise einem Lack, auch Duroplast, Thermoplast oder Elastomer, besteht,
- in den ein definiert fein gekörntes Pulver (4) eingebettet ist, das eine größere Härte als der Matrixstoff hat, vorzugsweise ein Glas- oder Korundpulver,
- daß der so umhüllte Sensor von einem flexiblen, beständigen, an die Einsatzumgebung des Sensors angepaßten Schutzmantel (5) aus einem Elastomer oder Thermoplast umgeben ist, oder er in Sonderfällen direkt in das Meßobjekt eingebettet wird,
- und daß der Sensor mit miniaturisierten Anschlußsteckern (6 und 7) konfektioniert ist.

2. LWL-Drucksensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- daß die inhomogene Umhüllung (2) direkt auf der optischen Faser (1), oder aber auf der üblichen Primärbeschichtung der Faser aufgebracht ist,
- und daß der Stoff des gekörnten Pulvers (4) aus der Gruppe: Glas, Quarz, Korund und Schmirgel oder aus der Gruppe der in den Oberflächen-Beschichtungstechnik verwendeten Oxide, Carbide, Nitride und Metalle ist.

3. LWL-Drucksensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

- daß die inhomogene Umhüllung (2) eine Dicke von 30 bis 150  $\mu$ m hat,
- daß in den Matrixstoff (3) 10 bis 40  $\mu$ m dicke Pulver-Kügelchen (4), vorzugsweise Glas-Hohlkügelchen, eingebettet sind,
- und daß darüber ein Schutzmantel (5) extrudiert ist, der einen Außendurchmesser von 1 bis 5 mm, hat.

4. LWL-Drucksensor nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch folgenden Aufbau und Außendurchmesser: LWL-Faser (1) 125  $\mu$ m/Primärbeschichtung 130  $\mu$ m/inhomogene Umhüllung (2) aus einer Gummi-Mischung mit darin eingebetteten, 30  $\mu$ m dicken Glas-Hohlkügelchen (4) 200  $\mu$ m/Schutzmantel (5) aus einer Gummimischung 1 bis 2 mm.

5. LWL-Drucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (L) mit miniaturisierten elektrischen Anschlußsteckern (6 und 7) konfektioniert ist, und im Eingangs-Steckergehäuse (6) der Lichtsender (S) im Ausgangsgehäuse (7) der Lichtempfänger (E) angeordnet ist.

6. LWL-Drucksensor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

- daß als Lichtsender (S) eine Infrarotdiode eingesetzt ist,
- und daß beim Empfänger (E) folgende Einheiten hintereinandergeschaltet sind: O/E-Wandler (Fotodiode) und Verstärker/Bandpaßfilter/Verstärker/Komparator/Speicher/Alarm-Relais oder ähnlicher Ausgang.

7. Verwendung eines LWL-Drucksensors nach einem der Ansprüche 1 bis 6 als Kontaktsensor in der Sicherheitstechnik, dadurch gekennzeichnet, daß er als Einklemm-, Berührungs- oder Überfahrtschutz eingesetzt wird, wozu er frei verlegt oder mit dem entsprechenden Bauteil — wie Autotürrahmen, Berührungsschutzleiste, Trittmatte oder Kontaktschiene — mechanisch fest verbunden wird, und der Alarmausgang zur Maschinen- oder Geräteabschaltung oder zu einer Steuerungseinrichtung geführt wird.

8. Verwendung eines LWL-Drucksensors nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der LWL-Sensor (L) bei Autotüren mit elektrischen Fensterhebern zum Schutz gegen ein Einklemmen von Fremdgegenständen im Dichtgummi (9) für das Fenster im Bereich der Dichtlippen (10), die auf dem Türrahmen (8) aufliegen, jedoch nicht von der Fensterscheibe (11) berührt werden, angeordnet ist.

9. Verwendung eines LWL-Drucksensors nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Sensor-Steckergehäuse (6 und 7) samt dem Lichtsender (S) und dem Lichtempfänger (E) in der Autotür am linken und rechten Ende des Überwa-

chungsabschnittes angeordnet sind, oder daß diese Bauelemente in einem gemeinsamen Gehäuse in der Tür angeordnet sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

3809957

-1/1-

Nummer:  
Int. Cl.  
Anmeldungs-  
Offenlegungstag:

38 09 957  
G 01 L 1/24  
24. März 1988  
5. Oktober 1989

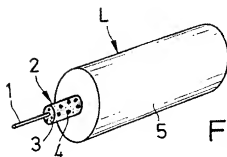


FIG. 1

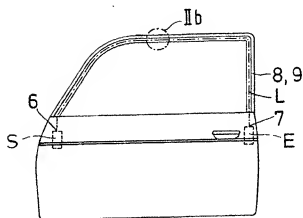


FIG. 2a

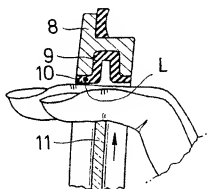


FIG. 2b

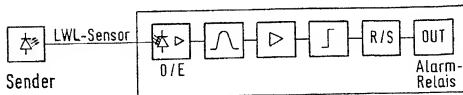


FIG. 3

Empfänger

908 840/310